

Mai/

JPAB

CLIPPEDIMAGE= JP405167172A  
PAT-NO: JP405167172A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05167172 A  
TITLE: NARROW-BAND OSCILLATION EXCIMER LASER EQUIPMENT AND ITS  
PURGING METHOD  
PUBN-DATE: July 2, 1993  
INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
WAKABAYASHI, OSAMU  
KOBAYASHI, YUKIO  
KOWAKA, MASAHIKO  
ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME  
KOMATSU LTD  
APPL-NO: JP03352812  
APPL-DATE: December 16, 1991  
INT-CL (IPC): H01S003/137; H01S003/08 ; H01S003/106  
US-CL-CURRENT: 372/57

COUNTRY  
N/A

ABSTRACT:  
PURPOSE: To eliminate the fluctuation of oscillation wavelength of output laser light due to the change of refractive index of gas on the grating surface, and restrain heat generation of optical elements, by arranging an introducing port of clean gas for purging on the rear side of the grating, and preventing the clean gas from flowing on the trench surface of the grating.

CONSTITUTION: The title equipment is constituted of a front mirror 1, a laser chamber 10 for oscillating laser, and a narrow bandwidth equipment for narrowing the laser bandwidth, which equipment is constituted of a prism beam expander 25, a grating 30, a cabinet 35 and a clean gas equipment 40 which blows out clean gas from a clean gas introducing port 42 via a flowmeter 46 form a clean gas cylinder 44. The clean gas introducing port 42 is arranged on the rear side 30b of the grating 30. The gas flow is not generated on the trench surface 30a of the grating 30, so that the fluctuations of the center

wavelength of output light and a beam profile do not occur. The inside of a narrow bandwidth box 35 and the inside of a pipe 37 are filled with the clean gas.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

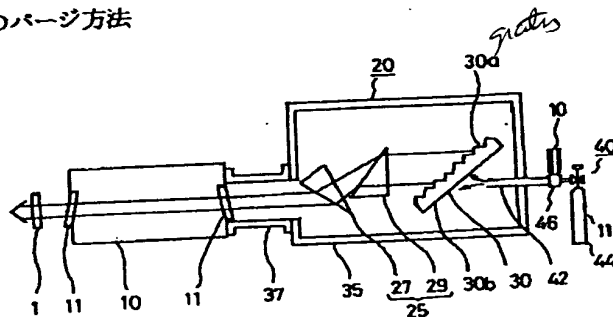
(43)公開日 平成5年(1993)7月2日

審査請求 未請求 請求項の数8(全 6 頁)

(74)代理人 弁理士 橋爪 良彦

る。

【構成】 狭帯域発振として少なくともグレーティングを配置した狭帯域レーザにおいて、前記狭帯域化素子を筐体で囲う手段と、清浄気体で前記筐体内をバージする手段と、バージすることによって前記グレーティングの清表面へのバージ気体の流入防止手段を設けた。また、狭帯域発振として少なくともグレーティングを配置した狭帯域レーザにおいて、窒素あるいはヘリウム等の不活性ガスまたは空気等のレーザ光に反応、および吸収しない気体をHEPA等のフィルタを透過して清浄気体とし、その清浄気体がグレーティングの清表面に吹き付けないことによりレーザの発振波長およびビームプロフィールの揺らぎをなくしている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 狭帯域発振として少なくともグレーティングを配置した狭帯域レーザにおいて、前記狭帯域化素子を筐体で囲う手段と、清浄気体で前記筐体内をバージする手段と、前記グレーティングの溝表面へのバージ気体流入防止手段を備えたことを特徴とする狭帯域発振エキシマレーザ装置。

【請求項2】 前記グレーティングの溝表面へのバージ気体流入防止手段として、清浄気体の導入口を前記グレーティングの溝表面に対して裏側に配置した請求項1記載の狭帯域発振エキシマレーザ装置。

【請求項3】 前記グレーティングの溝表面へのバージ気体流入防止手段として、前記グレーティングと光学素子の間に光路を妨げない壁を配設し、前記壁の光路側の反対側に清浄気体の導入口を配設した請求項1記載の狭帯域発振エキシマレーザ装置。

【請求項4】 前記グレーティングの溝表面へのバージ気体流入防止手段として、前記グレーティングと光学素子の間に光路を妨げないように壁で囲い、前記壁で囲われた光路以外の場所に清浄気体の導入口を配設した請求項1記載の狭帯域発振エキシマレーザ装置。

【請求項5】 前記グレーティングの溝表面へのバージ気体流入防止手段として、前記筐体内を前記グレーティングを含む部屋とその他の光学素子の部屋に分ける壁を配設し、グレーティングを含まない部屋に清浄気体の導入口を前記グレーティングの溝表面に対して裏側に配置した請求項1記載の狭帯域発振エキシマレーザ装置。

【請求項6】 前記グレーティングの溝表面へのバージ気体流入防止手段として、ビームエキスパンダの表面に清浄気体を直接流す手段を備えた請求項1または請求項3または請求項4または請求項5記載の狭帯域発振エキシマレーザ装置。

【請求項7】 ビームエキスパンダとしてプリズムを使用し、レーザチャンバーから第1面または第2面あるいは両面のプリズムビームエキスパンダ表面に清浄気体を吹き付ける手段を備えた請求項1または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6記載の狭帯域発振エキシマレーザ装置。

【請求項8】 狭帯域発振として少なくともグレーティングを配置した狭帯域レーザにおいて、窒素あるいはヘリウム等の不活性ガスまたは空気等のレーザ光に反応、および吸収しない気体をHEPA等のフィルタを透過して清浄気体とし、その清浄気体がグレーティングの溝表面に吹き付けられないことによりレーザの発振波長およびビームプロファイルの揺らぎをなくしたことを特徴とする狭帯域発振エキシマレーザ装置のバージ方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、狭帯域発振エキシマ

レーザ装置およびそのバージ方法に係わり、特に、縮小投影露光装置用の光源として用いられる狭帯域発振エキシマレーザ装置およびそのバージ方法の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、特願平1-129392号、特開平1-123238号公報、特開平1-143372号公報等に記載されている技術では、複数のエタロン又はビームエキスパンダとグレーティングによって狭帯域化を行っている。狭帯域化素子の熱負荷が大きかったり、また、長期的に狭帯域レーザを運転する場合には、空気中のダストや酸素等によって狭帯域化素子が損傷し、素子寿命を短くしているため、熱負荷を低減したり、狭帯域素子寿命を延ばすために清浄なバージ気体を図8のように光学素子に直接吹き付けている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、グレーティングを狭帯域化素子として使用し、グレーティングの溝表面に清浄気体を吹き付けるとグレーティングの溝表面の気体屈折率が変化するためにレーザの発振波長及びビームプロファイルに、図9、図10に示すように揺らぎが発生することを発見した。この発振波長の揺らぎはランダムに発生するため、揺らぎ以下に発振波長を安定化することは出来なかった。また、ビームが揺らぐと露光するときに均一に露光が出来なくなるためステップ用の光源としては不適合であった。

【0004】本発明は上記従来の問題点に着目し、狭帯域発振エキシマレーザ装置およびそのバージ方法に係わり、特に、縮小投影露光装置用の光源として用いられる狭帯域発振エキシマレーザ装置およびそのバージ方法の提供を目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明では、狭帯域発振として少なくともグレーティングを配置した狭帯域レーザにおいて、前記狭帯域化素子を筐体で囲う手段と、清浄気体で前記筐体内をバージする手段と、バージすることによって前記グレーティングの溝表面に清浄気体の流れが起きない手段を備えている。

【0006】このように、窒素あるいはヘリウム等の不活性ガスまたは空気等のレーザ光に反応、および吸収しない気体をHEPA等のフィルタを透過して清浄気体とし、その清浄気体がグレーティングの溝表面に吹き付けられないことによりレーザの発振波長およびビームプロファイルの揺らぎをなくする。

【0007】

【作用】上記構成によれば、グレーティングの溝表面に清浄気体の流れを起こさないようにしているためにグレーティング表面の気体の屈折率の変化がなくなり、出力レーザ光の発振波長の揺らぎ及びビームプロファイルの揺らぎがなくなる。また、熱負荷が大きな光学素子の表面

に清浄気体を吹き付けることにより光学素子の発熱を抑えることができる。

#### 【0008】

【実施例】以下に、本発明に係わる狭帯域発振エキシマレーザ装置の実施例につき、図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明の狭帯域発振エキシマレーザ装置の第1実施例を示す全体構成図である。図1において、狭帯域発振エキシマレーザ装置はフロントミラー1と、レーザを起振するレーザチャンバ10と、レーザを狭帯域化10する狭帯域化装置20とからなっている。レーザチャンバ10は、図示しない電極とウインド11とチャンバ12とからなっている。狭帯域化装置20は、プリズムビームエキスパンダ25とグレーティング30と筐体35と、清浄気体装置40からなっている。プリズムビームエキスパンダ25とグレーティング30は筐体35で囲われている。プリズムビームエキスパンダ25は第1プリズム27および第2プリズム29よりなっている。筐体35は狭帯域ボックスで形成されている。グレーティング30の溝表面30aの裏側30bに清浄気体装置40からの清浄気体の導入口42が配設されている。

【0009】本実施例の狭帯域化方式はプリズムビームエキスパンダ25とグレーティング30を組み合わせた方式であり、グレーティング30はリトロ配置になっている。第1プリズム27、第2プリズム29およびグレーティング30は狭帯域化ボックス35で覆われており、管37によりレーザチャンバ10と接続されている。清浄気体装置40は、清浄気体ガスボンベ44から流量計46を介して清浄気体は清浄気体の導入口42から吹き出される。清浄気体の導入口42はグレーティング30の裏側30bに配設されており、グレーティング30の溝表面30aには気体の流れが起こさずに狭帯域化ボックス35内および管37内(狭帯域化ボックスとウインドウの間の光路)が清浄気体で満たされる。

【0010】次に上記実施例において、作動について説明する。レーザチャンバ10内および狭帯域化装置20がレーザに反応しない気体の清浄気体で満たされると、次に、レーザチャンバ10内で放電励起され、狭帯域化装置20でレーザが狭帯域化された後にフロントミラー1より出力される。このとき、グレーティング30の溝表面30aに気体の流れが起きないので出力光の中心波長及びビームプロファイルの揺らぎがなくなる。また、ウインドウ11、プリズム27、29、およびグレーティング30の周囲が清浄気体で満たされているため、狭帯域化素子のプリズムビームエキスパンダ25とグレーティング30およびウインドウ11の寿命は飛躍的に延びる。

【0011】なお、この狭帯域化ボックス35または管37の密閉度はその内部が清浄気体で満たされる程度で良い。もし、狭帯域化ボックス35と管37の密閉度を

高くした場合には清浄気体の小さな排出口を設置すれば良い。この例では、清浄気体の導入口42はグレーティング30の背面30bに対向する筐体35の側壁に設置しているが、それに限定されるものではなく、グレーティング30aの背面側であれば狭帯域化ボックスの底板35aあるいは上板35bに設置しても良い。清浄気体の例として、窒素ガスやヘリウム等の不活性ガスがある。また、酸素が光学素子と反応したり、レーザ光を吸収したりしない場合は、HEPAフィルターを通過した空気でバージしても良い。

【0012】図2は本発明の狭帯域発振エキシマレーザ装置の第2実施例を示す全体構成図であり、第1実施例とは狭帯域化方式のプリズムビームエキスパンダ50がプリズム25、27とエタロン51およびグレーティング30を用いている。この場合も、第1実施例と同様にグレーティング30の溝表面30aに気体の流れが起きないので出力光の中心波長及びビームプロファイルの揺らぎがなくなる。このように狭帯域化方式としては上記実施例に囚われることなくグレーティングを少なくとも配置した狭帯域化方式であれば何でも良い。また、グレーティングは斜入射配置でも良い。

【0013】図3は本発明の狭帯域発振エキシマレーザ装置の第3実施例を示す全体構成図であり、第1実施例とは、清浄気体の導入口55の位置の変更と、壁56、57を追加した実施例を示している。清浄気体の導入口55の位置はグレーティング30の溝表面30a側に配置しており、また、壁56はプリズムビームエキスパンダ25とグレーティング30との間で光路を妨げない位置に配設している。このように、光路を囲うように壁56、57を配設すれば清浄気体の導入口55の位置はその外側であれば何処に配置しても良い。この場合も、第1実施例と同様にグレーティング30の溝表面30aに気体の流れが起きないので出力光の中心波長及びビームプロファイルの揺らぎがなくなる。

【0014】図4は本発明の狭帯域発振エキシマレーザ装置の第4実施例を示す全体構成図であり、第3実施例とは、第2実施例と同様に狭帯域化方式にプリズムビームエキスパンダ40がプリズム25、27とエタロン51およびグレーティング30を用いている。この場合も、光路を囲うように壁56、57を配設すれば清浄気体の導入口55の位置はその外側であれば何処に配置しても良い。

【0015】図5は本発明の狭帯域発振エキシマレーザ装置の第5実施例を示す全体構成図であり、第3実施例とは、壁61、62の位置が変更した実施例を示している。壁61によりグレーティング30を含む部屋63と、プリズムビームエキスパンダ25を含む部屋65とに分割し、清浄気体の導入口64の位置はプリズムビームエキスパンダ25を含む部屋65側に配置している。この場合も、第1実施例と同様にグレーティング30の

5

滑表面30aに気体の流れが起きないので出力光の中心波長及びビームプロファイルの揺らぎがなくなる。しかし、この場合もグレーティング30を含む部屋63は不活性ガスで満たされることは言うまでもない。

【0016】図6は本発明の狭帯域発振エキシマレーザ装置の第6実施例を示す全体構成図であり、第1実施例とは、清浄気体の導入口71の位置が変更されている。この場合は、清浄気体の導入口71の位置は第1プリズム27の第2の表面27bに清浄気体を吹き付ける位置にしている。また、このとき第1プリズム27を冷却するために第1プリズム27の第1面27aまたは両面27a、27bを冷却するように清浄気体を吹き付ける位置にしても良い。このようにすることにより、熱負荷の一番大きい第1プリズム27を冷却することができるため出力レーザ光のスペクトル線幅やビーム幅の変化を抑えることができるとともに、寿命を飛躍的に延ばすことができる。

【0017】なお、第1実施例、第2実施例において、清浄気体の流量を変化させて波長およびビームプロファイルの揺らぎを測定した結果、流量5l/min以下であれば波長およびビームプロファイルの揺らぎが起らなかった。また、狭帯域化ボックス35の清浄度をパーティクルカウンタで測定した結果、0.2l/min以上であれば狭帯域化ボックス35内は十分清浄であることが判明した。さらに、実施例3、4、5、6では流量5l/min以上でも波長およびビームプロファイルの揺らぎは起らなかった。

【0018】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、狭帯域化素子を筐体で囲い、清浄気体で前記筐体をパージすることによりダストや酸素等より生ずる狭帯域化素子の損傷がなくなり、狭帯域化素子の寿命が飛躍的に伸びる。また、グレーティングの滑表面に清浄気体の流れを起こさないようにするために発振波長およびビームの揺らぎがなくなり、そのため発振波長の安定が向上し、ステッパの光源として使用した場合に露光ムラがなくなる。さらに、熱負荷の大きな光学素子の発熱を抑えることができるため、スペクトル線幅の変化やビームプロファイルの変化を抑えることができ、光学素子寿命も向

6

上する。このためステッパ用の光源として最適なレーザが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の狭帯域発振エキシマレーザ装置の第1実施例を示す全体構成図。

【図2】本発明の狭帯域発振エキシマレーザ装置の第2実施例を示す全体構成図。

【図3】本発明の狭帯域発振エキシマレーザ装置の第3実施例を示す全体構成図。

【図4】本発明の狭帯域発振エキシマレーザ装置の第4実施例を示す全体構成図。

【図5】本発明の狭帯域発振エキシマレーザ装置の第5実施例を示す全体構成図。

【図6】本発明の狭帯域発振エキシマレーザ装置の第6実施例を示す全体構成図。

【図7】本発明のビームプロファイルを示す図。

【図8】従来のクリーンなパージ気体を光学素子に直接吹き付けている図。

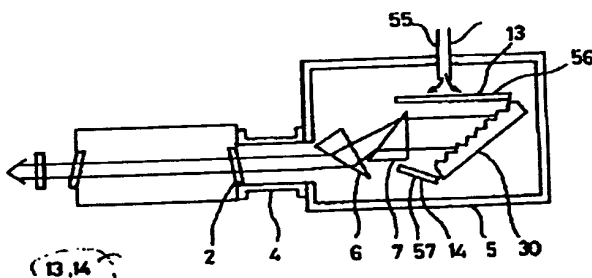
【図9】従来の発振波長の揺らぎを示す図。

【図10】従来のビームプロファイルの揺らぎを示す図。

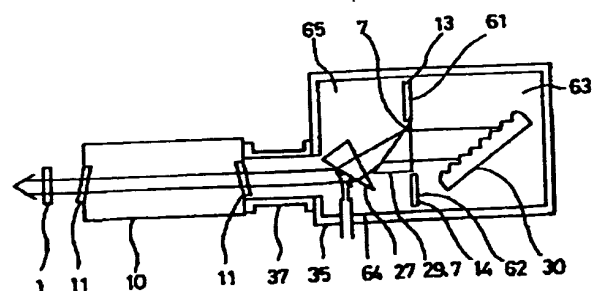
【符号の説明】

1	フロントミラー
10	レーザチャンバ
11	ウインド
12	チャンバー
20	狭帯域化装置
25、40、50	プリズムビームエキスパンダ
27	第1プリズム
29	第2プリズム
30	グレーティング
35	狭帯域化ボックス（筐体）
37	管
40	清浄気体装置
42、55、64、71	清浄気体の導入口
44	清浄気体ガスボンベ
51	エタロン
56、57、61、62	壁
63、65	部屋

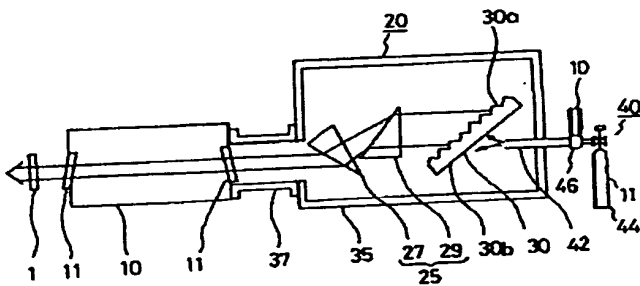
【図3】



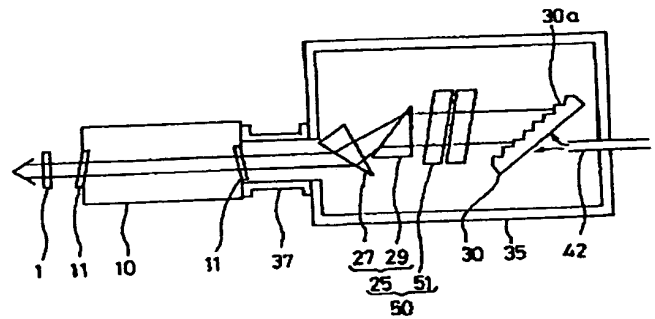
【図5】



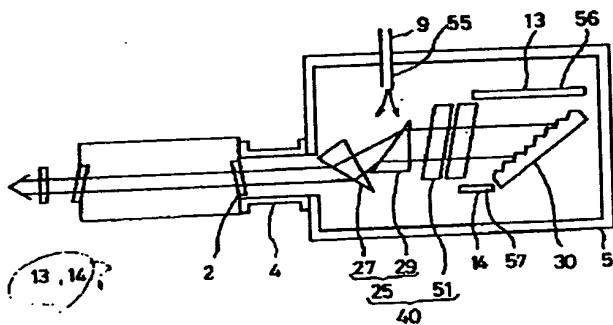
【図1】



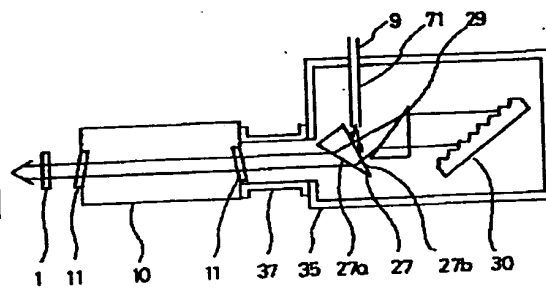
【図2】



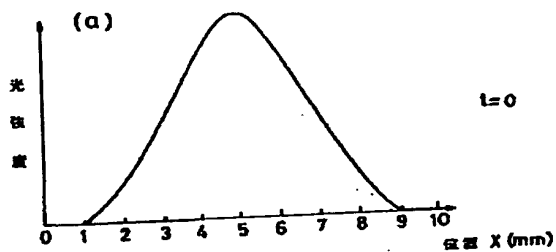
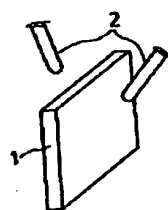
【図4】



【図6】

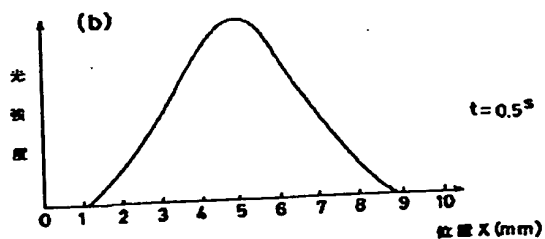
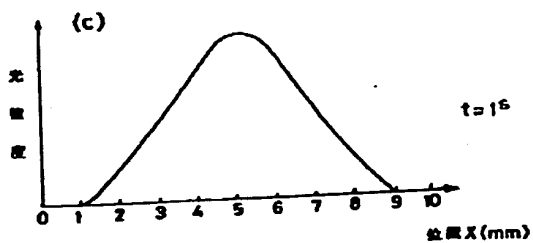


【図7】

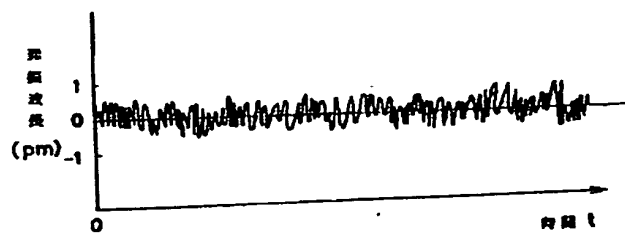
 $t=0$ 

1 エタロン

2 ガス噴出ノズル

 $t=0.5^{\mu}$  $t=1^{\mu}$ 

【図9】



【図10】

